

УДК 674.05

И.Т. Глебов

(I.T. Glebov)

Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург

### ГЕОМЕТРИЯ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ (THE GEOMETRY OF THE CUTTING LAYER AT CUTTING WOOD)

Сделан вывод формул для расчета средней толщины срезаемого слоя при фрезеровании древесины. Проведен анализ полученных формул, показано их применение на примере. Сделаны выводы и показано, что применение предложенных формул позволит повысить точность расчета режимов фрезерования.

The conclusion of the formulas for calculation of average thickness of cutting layer for cutting wood. The analysis of the obtained formulas shown, their use in the example. Conclusions are made and it is shown, that application of the proposed formula will improve the accuracy of cutting.

При раскрое и обработке древесных материалов на фрезерных станках с ЧПУ используются концевые фрезы диаметром  $D = 10 \dots 30$  мм. При этом глубина фрезерования может быть равной или меньше диаметра фрезы. Толщина срезаемого слоя серповидной формы изменяется от нуля, когда фреза врезается в древесину, до максимального значения при угле контакта  $\varphi = 90^\circ$  и снова до нуля при угле контакта  $\varphi = 180^\circ$  (рис. 1).

При расчете режимов резания используют среднее значение толщины срезаемого слоя. По ней находят величину средней силы резания на дуге контакта и угол встречи (перерезания) лезвий фрезы с волокнами древесины [1, 2].

Мгновенное значение толщины срезаемого слоя находят по формуле

$$a = S_z \sin \varphi, \quad (1)$$

где  $S_z$  – величина подачи на один зуб фрезы, мм;

$\varphi$  – центральный угол контакта, измеряемый от точки врезания.

Сделаем вывод формулы для определения среднего значения толщины срезаемого слоя. Для этого для некоторого угла поворота фрезы  $\varphi$  в срезаемом слое выделим элементарную площадку шириной  $d\varphi$  и высотой  $a$ , равной мгновенной толщине срезаемого слоя. Элементарная площадь

$$dS = S_z \sin \varphi d\varphi.$$

Площадь срезаемого слоя

$$S = S_z \int_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вых}}} \sin \varphi d\varphi - S_z (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}}),$$

где  $\varphi_{\text{вх}}$  – угол входа фрезы в древесину, рад;

$\varphi_{\text{вых}}$  – угол выхода фрезы из древесины, рад.

Среднюю толщину срезаемого слоя найдем путем деления площади срезаемого слоя на угол контакта [2], мм:

$$a_c = \frac{S_z}{(\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}})} (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}}). \quad (2)$$

При фрезеровании  $\varphi_{\text{вх}} = 0$ . В зависимости от заданной глубины фрезерования  $t$  возможно:

– при  $t < D/2$   $\cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r}$ ;

– при  $t = D/2$   $\cos \varphi_{\text{вых}} = 0$ ;

– при  $t > D/2$   $\cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r}$ ;

– при  $t = D$   $\cos \varphi_{\text{вых}} = 1$ .

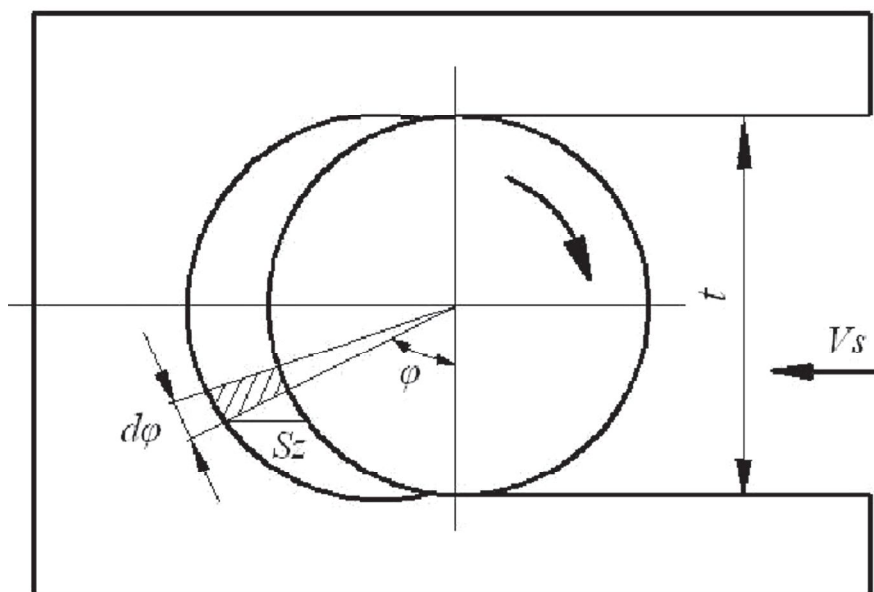


Рис. 1. Геометрия срезаемого слоя при фрезеровании концевой фрезой

Лесопромышленный комплекс

**Пример.** Дано: диаметр фрезы  $D = 10$  мм (радиус  $r = 5$  мм); подача на зуб  $S_z = 1$  мм.

Определить среднюю толщину срезаемого слоя при глубинах фрезерования  $t = 2,0; 5; 7,0; 10,0$  мм.

Решение: при  $t = 2,0$  мм

$$\cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r} = \frac{5-2}{5} = 0,6.$$

$$\varphi_{\text{вых}} = 0,9273.$$

$$\alpha_c = \frac{S_z}{(\varphi_{\text{вх}} - \varphi_{\text{вх}})} (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вх}}) =$$

$$= \frac{1}{(0,6-0)} (1-0,6) = 0,4314 \text{ мм.}$$

Остальные результаты расчетов показаны ниже.

$S_z$ , мм	1	1	1	1
$r$ , мм	5	5	5	5
$t$ , мм	2	5	7	10
$\cos \varphi_{\text{вх}}$	1	1	1	1
$\cos \varphi_{\text{вх}}$	0,6	0	-0,4	-1
$\varphi_{\text{вх}}$ , рад	0	0	0	0
$\varphi_{\text{вых}}$ , рад	0,9273	1,5708	1,9823	3,1416
$\varphi_{\text{вых}}$ , град	53,1	90	113,6	180
$\alpha_c$ , мм	0,4314	0,6366	0,7062	0,6366
$\sin \varphi$	0,4314	0,6366	0,7062	0,6366
$\varphi$ , рад	0,4460	0,6901	0,7842	0,6901
$\varphi$ , град	25,6	39,5	44,9	39,5

Для определения средней толщины срезаемого слоя можно получить другую формулу (рис. 2).

На глубине фрезерования  $t_1$  в срезаемом слое выделим элементарную площадку  $dt$  шириной, равной подаче на зуб  $S_z$ , и найдем ее площадь:

$$dS = S_z dt.$$

Площадь срезаемого слоя равна

$$S = \int_0^t S_z dt = S_z t,$$

где  $t$  – глубина фрезерования,  $0 < t \leq 2r$ .

Длина дуги контакта определяется так:

$$l_k = r\varphi,$$

где  $\varphi$  – центральный угол контакта.

Из рис. 2 следует:

$$\varphi = \arccos \frac{r-t}{r},$$

где  $r$  – радиус фрезы.

Средняя толщина срезаемого слоя может быть найдена путем деления площади срезаемого слоя на дугу контакта:

$$\alpha_c = \frac{S_z t}{r \arccos \frac{r-t}{r}}. \quad (3)$$

Результаты расчетов по формулам (2) и (3) получаются абсолютно одинаковыми (см. расчеты).

Мгновенное значение толщины срезаемого слоя находится по формуле (1). Приравняем формулы (1) и (2) и из равенства найдем значение угла контакта  $\varphi$ , при котором толщина срезаемого слоя достигает средней величины:

$$\varphi = \arcsin \frac{(\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}})}{(\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}})}. \quad (4)$$

Найденный по формуле (4) центральный угол контакта равен углу скорости подачи, а также углу встречи при перерезании волокон древесины.

Выводы

1. При расчете режимов фрезерования древесины среднюю толщину срезаемого слоя следует находить по формулам (2) или (3).

2. В современной теории резания древесины принято считать, что при небольших глубинах фрезерования средняя толщина срезаемого слоя находится на середине дуги контакта. Это ошибочное утверждение, особенно если глубина фрезерования близка по величине радиусу фрезы или больше радиуса фрезы. Расчетные

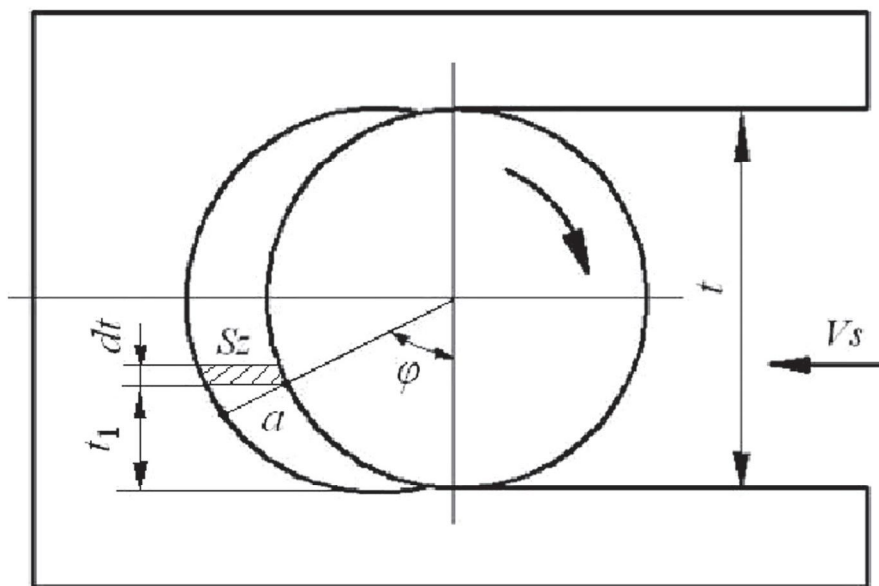


Рис. 2. Схема к определению средней толщины срезаемого слоя

*Лесопромышленный комплекс*

данные показывают, что при радиусе фрезы  $r = 5$  мм и  $t = 2$  мм угол выхода фрезы из заготовки  $\varphi_{\text{вых}} = 53,1^\circ$ , а центральный угол для средней толщины срезаемого слоя  $\varphi = 25,6^\circ$ . Ясно, что средняя

толщина срезаемого слоя находится не на середине дуги  $\varphi_{\text{вых}}$ . Для  $t = 5$  мм  $\varphi_{\text{вых}} = 90^\circ$ ,  $\varphi = 39,5^\circ$ , это подтверждает, что  $\varphi < 0,5\varphi_{\text{вых}}$ .

3. Центральный угол, при котором толщина срезаемого слоя

достигает среднего значения, следует находить по формуле (4).

4. Использование в расчетах предлагаемых формул позволит повысить точность выполняемых режимов резания.

*Библиографический список*

1. Глебов И.Т. Резание древесины. СПб: Лань, 2010. 256 с.
2. Глебов И.Т. Решение задач по резанию древесины. СПб: Лань, 2012. 256 с.

УДК 542.54:[381.386]+66.091+674.07

*С.В. Смирнов, Г.В. Киселева*  
(*S.V. Smirnov, G.V. Kiseleva*)

*Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург*

## ПОЛУЧЕНИЕ АНТИСЕПТИКОВ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ХРОМАТОВ МЕДИ (STUDYING OF ANTISEPTIC MATERIAL FOR WOOD ON BASIS CHROMATE(VI) COPPER(II))

*Изучены особенности синтеза обладающих биоцидными свойствами гидроксохроматов(VI) меди(II), состав которых связан с природой присутствующего в растворе катиона щелочного металла или аммония. В присутствии катиона натрия продукты отвечают составам  $\text{Cu}_{0,55}(\text{CuOH})_{0,90}\text{CrO}_4$  —  $\text{Cu}_{0,16}(\text{CuOH})_{1,65}\text{CrO}_4$ , а в присутствии катионов калия и аммония образуются двойные соли  $(\text{K},\text{NH}_4)_x\text{Cu}_y(\text{OH})_{2-2x-y}\text{CrO}_4$ , где  $x$  принимает значения от 0,09 до 1,42, а  $y$  — от 1,08 до 1,15. Результаты лабораторных исследований использованы для обоснования состава композиций, предназначенных для защиты древесины от биоразрушений.*

*Laws of formation of crystal phases are investigated at interaction of a solution of sulfate of copper(II) with sodium, potassium or ammonium chromate(VI) and at hydrolysis copper(II) dichromate in sodium, potassium or ammonium oxyhydroxide solutions. At the presence of sodium reagent are formed copper(II) oxyhydroxidechromates(VI) which acidity changes within the limits of 1,29-1,32. With potassium and ammonium chromate(VI) copper(II) oxyhydroxidechromates(VI) form double salts. The received results can be used by development of the compositions containing water-soluble connections of copper(II) and chromium(VI), the wood intended for bioprotective impregnation.*

Соединения хрома и меди используются в композициях, предназначенных для защиты древесины от биоразрушений [1–5]. Для повышения растворимости антисептиков, которая необходима на стадии пропитки древесины, в их состав вводят кислотные реагенты, такие как хромовый ангидрид, уксусная, борная или мышьяковистая кислоты и др. Усиление

биоцидных свойств происходит при введении в композиции соединений мышьяка, фтора и бора [6–8]. Кислотный характер таких антисептиков вызывает повышенную коррозию металлических изделий, которые непосредственно контактируют с обработанной антисептиком древесиной или попадают в среду кислых растворов, образующихся в результате вымы-

вания из антисептированной древесины агрессивных веществ.

Отсутствие жестких ограничений, предъявляемых к составам антисептиков, позволяет использовать в качестве исходных реагентов технологические растворы и сточные воды, содержащие водорастворимые хроматы щелочных металлов и соединения меди(II). Например, утилизация